

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ СВИНЦА

Алексеева Т.А., Третьякова Н.А.

Руководитель – профессор, д.х.н. Марков В.Ф.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

ГОУ ВПО «Уральский институт государственной противопожарной
службы МЧС России», г. Екатеринбург

e-mail: tat-alekseeva@mail.ru

Композиционные материалы, полученные на основе полупроводниковых халькогенидов свинца, обладают высокой фоточувствительностью в далекой инфракрасной области спектра, причем «красная» граница внутреннего фотоэффекта с понижением температуры смещается в длинноволновую область. Благодаря хорошим фотоэлектрическим свойствам халькогениды свинца широко используются для изготовления фоторезисторов.

Наибольший интерес представляет собой получение данных материалов методом гидрохимического синтеза. Варьирование условий получения позволяет регулировать процессы зарождения и тем самым изменять их функциональные свойства.

Повышенный интерес вызывают твердые растворы на основе халькогенидов свинца. Это связано с использованием данных материалов для изготовления фотоприемников с высокой спектральной чувствительностью в диапазоне «атмосферного окна» 8–14 мкм, которое соответствует максимуму излучения абсолютно черного тела при 300К.

Особый интерес с точки зрения получения химически осажденных пленок PbS с близкими к предельным фотоэлектрическими характеристиками представляет проведение синтеза в присутствии легирующих добавок. К их числу относят кадмий, входящий в плеяду изоморфных элементов со свинцом. Известно, что в системе PbS – CdS возможно образование ограниченного ряда твердых растворов замещения. Использование гидрохимического метода синтеза позволяет получить в этой системе сильно пересыщенные метастабильные структуры.

Учитывая полупроводниковый характер осажденных пленок, важную информацию об их составе дают температурные исследования проводимости и определение ширины запрещенной зоны.

Численная аппроксимация измеренной электропроводности слоев зависимостью позволяет найти ширину запрещенной зоны сульфида свинца в пределах заданных концентраций солей кадмия. Данные расчеты показывают, что термическая ширина запрещенной зоны для пленок

сульфида свинца, осажденных с добавками кадмия в реакционную смесь до концентрации $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л, составляет 0.12–0.15 эВ, резко увеличиваясь при повышении содержания легирующих добавок.

Так как ширина запрещенной зоны индивидуального сульфида свинца составляет 0.41 эВ, то напрашивается вывод, что включение в состав пленки кадмия оказывает на PbS неоднозначное легирующее действие. В области низких концентраций кадмия в реакционной смеси он образует в запрещенной зоне PbS примесные уровни, формирующие обширную примесную зону. Это приводит к значительному уменьшению величины термической запрещенной зоны легированного сульфида свинца.

Дальнейший рост содержания кадмия в пленке, сопровождающийся вхождением его в кристаллическую решетку PbS и образованием твердого раствора замещения $\text{Cd}_x\text{Pb}_{1-x}\text{S}$, увеличивает ширину запрещенной зоны в соответствии с правилом аддитивности свойств двухкомпонентного полупроводникового материала.

Неоднозначный характер легирующего действия кадмия на сульфид свинца в значительной мере сказывается на его фоточувствительных свойствах. Легированный сульфид свинца по своим спектральным характеристикам в целом соответствуют индивидуальному PbS, проявляя фоточувствительность к излучению в диапазоне 0.4–3.0 мкм. Однако его фотоэлектрические характеристики отличаются рядом особенностей:

- высокие темновые сопротивления слоев, возрастающие с увеличением концентрации кадмия в реакционной смеси;
- относительно высокая вольт–ваттная чувствительность слоев, имеющая экстремальный характер при аномально малой постоянной времени (13–17 мкс);
- аномальное снижение собственных шумов пленки с понижением ее температуры, что способствует резкому возрастанию отношения сигнал – шум.

Обнаруженные эффекты легирующего действия кадмия на пленки сульфида свинца находятся в довольно узком концентрационном интервале по вводимому металлу. Однако их проявление обеспечивает получение слоев PbS с близкими к предельным значениям обнаружительной способности материала, что позволяет создать на их основе ИК–детекторы с уникальным комплексом фотоэлектрических характеристик.